



CITED BY APPLICANT



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 102 42 516 A1 2004.03.25

(12)

## Offenlegungsschrift



(21) Aktenzeichen: 102 42 516.7

(22) Anmeldetag: 12.09.2002

(43) Offenlegungstag: 25.03.2004

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: H04N 1/401

(71) Anmelder:

BTS Media Solutions GmbH, 64331 Weiterstadt,  
DE

(72) Erfinder:

Löw, Andreas, 64521 Groß-Gerau, DE

(74) Vertreter:

Roßmanith, M., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,  
30974 Wennigsen

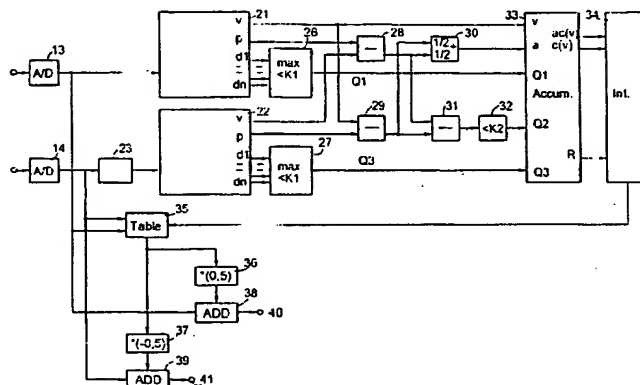
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu  
ziehende Druckschriften:  
JP2001- 2 11 297 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: Verfahren und Anordnung zur Korrektur von Videosignalen

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zur Korrektur von Videosignalen, deren Verarbeitung auf mehrere Segmente verteilt ist, die unterschiedliche Übertragungskennlinien aufweisen, ist vorgesehen, dass aus Werten jeweils einer vorgegebenen Anzahl von Bildelementen vor der Grenze zweier Segmente jeweils der Wert mindestens eines nach der Grenze liegenden Bildelements geschätzt wird und dass aus Differenzen zwischen dem mindestens einen geschätzten Wert und dem tatsächlichen Wert des mindestens einen nach der Grenze liegenden Bildelements des folgenden Segments Korrekturwerte abgeleitet werden.



## Beschreibung

### Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Korrektur von Videosignalen, deren Verarbeitung auf mehrere Segmente verteilt ist, die unterschiedliche Übertragungskennlinien aufweisen.

### Hintergrund der Erfindung

[0002] Zur Erzielung einer höheren Auflösung bzw. Anzahl von Bildelementen (Pixel) werden zeilenförmige optoelektronische Wandler aus mehreren, vorzugsweise zwei Segmenten zusammengesetzt. Sowohl die eigentlichen optoelektronischen Wandler selbst als auch die Schaltungen zum Auslesen und Verstärken der Videosignale sind mit Fertigungstoleranzen behaftet, die sich auf die Linearität, die Verstärkung und einen Offset (Schwarzwert) auswirken. Das heißt, dass auch die verschiedenen Segmente eines auf einer integrierten Schaltung aufgebrachten elektronischen Wandlers unterschiedliche Übertragungskennlinien aufweisen. Insbesondere an der Grenze zwischen zwei Segmenten können diese Unterschiede bei der Wiedergabe von Filmen oder anderen abgetasteten Bildern sichtbar sein und damit stören.

### Darstellung der Erfindung

[0003] Eine Korrektur von mit derartigen Fehlern behafteten Videosignalen wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren dadurch vorgenommen, dass aus Werten jeweils einer vorgegebenen Anzahl von Bildelementen vor der Grenze zweier Segmente jeweils der Wert mindestens eines nach der Grenze liegenden Bildelements geschätzt wird und dass aus Differenzen zwischen dem mindestens einen geschätzten Wert und dem tatsächlichen Wert des mindestens einen nach der Grenze liegenden Bildelements des folgenden Segments Korrekturwerte abgeleitet werden.

[0004] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können die eingangs genannten Fehler automatisch korrigiert werden, so dass keine Unterschiede zwischen den Segmenten im wiedergegebenen Bild erkennbar sind. Wert bedeutet im vorliegenden Zusammenhang so viel wie "Abtastwert" oder im Englischen "sample".

[0005] Vorzugsweise ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen, dass nur Differenzen, die einen vorgegebenen Wert nicht überschreiten, zur Bildung der Korrekturwerte benutzt werden. Damit wird verhindert, dass Signalsprünge, die tatsächlich im Bild vorhandene Kanten wiedergeben, in die Bildung der Korrekturwerte eingehen.

[0006] Zum weiteren Anschluss von störenden Signalsprüngen im Bereich der Grenze kann vorgesehen sein, dass ferner die Differenzen nur zur Bildung der Korrekturwerte benutzt werden, wenn Unterschiede der Werte der vorgegebenen Anzahl von Bildelementen vor der Grenze kleiner als ein vorgegebener Wert sind.

delementen vor der Grenze kleiner als ein vorgegebener Wert sind.

[0007] Eine Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass die Differenzen zur Bildung der Korrekturwerte getrennt nach den jeweiligen Werten der Videosignale gemittelt werden. Diese Weiterbildung ermöglicht in vorteilhafter Weise die Korrektur von Linearitätsfehlern.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren ist bereits vorteilhaft anwendbar, wenn nur die Weite der Bildelemente auf der einen Seite der Grenze zur Schätzung der Werte der Bildelemente auf der anderen Seite benutzt werden.

[0009] Eine genauere Bildung der Korrektursignale ergibt sich jedoch mit Hilfe einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens dadurch, dass jeweils die zeitliche Reihenfolge der vorgegebenen Anzahl von Bildelementen nach der Grenze zweier Segmente vertauscht wird, dass aus den vertauschten Werten der Wert des mindestens einen letzten Bildelements vor der Grenze geschätzt wird, dass aus dem für das mindestens eine vor der Grenze liegende letzte Bildelement geschätzten Wert und dem tatsächlichen Wert des mindestens einen vor der Grenze liegenden letzten Bildelements weitere Differenzen gebildet werden, dass aus den Differenzen und den weiteren Differenzen jeweils ein Mittelwert gebildet wird und dass aus den Mittelwerten der Korrekturwert abgeleitet wird.

[0010] Diese Weiterbildung kann vorzugsweise derart ausgestaltet sein, dass die Differenzen und die weiteren Differenzen jeweils voneinander subtrahiert werden und dass der jeweilige Mittelwert der Differenzen nur zur Korrektur benutzt wird, wenn der durch Subtraktion der Differenz und der weiteren Differenz entstandene Wert kleiner als ein weiterer vorgegebener Wert ist. Damit werden auch geschätzte Werte von der Benutzung zur Bildung der Korrekturwerte ausgeschlossen, wenn beide Schätzungen zu deutlich verschiedenen Ergebnissen führen, was im Bereich von Kanten der Fall sein kann.

[0011] Auch bei dieser Weiterbildung kann eine nach Werten getrennte Bildung der Korrektursignale insbesondere dadurch erfolgen, dass die Mittelwerte der Differenzen zur Bildung der Korrekturwerte getrennt nach den jeweiligen Werten der Videosignale gemittelt werden.

[0012] Grundsätzlich ist es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren möglich, die Signale eines der Segmente zu korrigieren und somit an die Signale des jeweils anderen Segments anzupassen. Dazu ist bei einer Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dass die Korrekturwerte in einen Speicher eingeschrieben werden und dass die Korrekturwerte in Abhängigkeit von den jeweiligen Werten der Videosignale mindestens eines zu korrigierenden Segments aus dem Speicher ausgelesen und auf die Videosignale des mindestens einen zu korrigierenden Segments angewendet werden.

[0013] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kön-

nen auch beide angrenzenden Segmente soweit korrigiert werden, daß sie zueinander passen. Dazu ist bei einer anderen Weiterbildung vorgesehen, dass die Korrekturwerte in einen Speicher eingeschrieben werden und dass die Korrekturwerte in Abhängigkeit von den jeweiligen Werten der Videosignale aus dem Speicher ausgelesen und mit entgegengesetztem Vorzeichen jeweils zur Hälfte den Werten der Videosignale der angrenzenden Segmente hinzugefügt werden.

[0014] Die Schätzung des Wertes des jeweils jenseits der Grenze liegenden Bildelements kann vorzugsweise dadurch erfolgen, dass durch Differenzbildung zwischen Werten jeweils zweier benachbarter Bildelemente von  $n$  Bildelementen eine erste Ableitung des Videosignals gebildet wird, das durch Differenzbildung der Werte der ersten Ableitung eine zweite Ableitung gebildet wird bis zu einer  $(n - 1)$ ten Ableitung und dass die Werte aller Ableitungen addiert werden und den geschätzten Wert für ein folgendes Bildelement bilden. Dieses Verfahren ist auch für andere Schätzungen geeignet als bei dem Verfahren nach dem Hauptanspruch.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0015] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung anhand mehrerer Figuren dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt:

[0016] **Fig. 1** schematisch einen optoelektronischen Zeilensensor,

[0017] **Fig. 2** ein Diagramm mit Werten von Bildelementen beiderseits der Grenze,

[0018] **Fig. 3** ein Blockschaltbild einer Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und

[0019] **Fig. 4** ein Blockschaltbild eines bei der Erfindung verwendeten Prädiktors.

[0020] Das Ausführungsbeispiel sowie Teile davon sind zwar als Blockschaltbilder dargestellt. Dieses bedeutet jedoch nicht, dass die erfindungsgemäße Anordnung auf eine Realisierung mit Hilfe von einzelnen den Blöcken entsprechenden Schaltungen beschränkt ist. Die erfindungsgemäße Anordnung ist vielmehr in besonders vorteilhafter Weise mit Hilfe von hochintegrierten Schaltungen realisierbar. Dabei können digitale Signalprozessoren eingesetzt werden, welche bei geeigneter Programmierung die in den Blockschaltbildern dargestellten Verarbeitungsschritte durchführen.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0021] **Fig. 1** zeigt in stark schematisierter Form einen linearen optoelektronischen Wandler, wie er in Filmabtastern eingesetzt wird, bei dem eine Zeile optischer Sensoren aus zwei Segmenten 2, 3 zusammengesetzt ist. Die jeweils der Helligkeit eines Bildelements entsprechende Ladungen werden aus den

einzelnen Sensoren parallel in Register 4, 5, 6, 7 übertragen und aus diesen seriell ausgelesen. Dabei wird pixelweise im Multiplex eines der Register 4 und 5 bzw. 6 und 7 benutzt. Eine Erläuterung dieses Multiplexverfahrens ist jedoch zum Verständnis der vorliegenden Erfindung nicht erforderlich.

[0022] An den Ausgängen der Register 4, 5, 6, 7 befinden sich Analog-Verstärker 8, 9, 10, 11, von deren Ausgängen die Signale Analog/Digital-Wandlern 13, 14 (**Fig. 3**) zugeführt werden.

[0023] Bedingt durch Toleranzen bei der Fertigung unterscheiden sich die Übertragungskennlinien der Segmente 2, 3 sowie der nachfolgenden Schaltungen 4 bis 11 voneinander. Diese Unterschiede können Nichtlinearitäten, Verstärkungsfaktoren oder Offsets betreffen und sind im Wesentlichen an der Grenze 12 beider Segmente 2, 3 sichtbar.

[0024] Zur Korrektur dieser Fehler sind bei dem Ausführungsbeispiel nach **Fig. 3** zwei Prädiktorfilter 21, 22 vorgesehen – im folgenden auch kurz Prädiktor genannt. Ein Ausführungsbeispiel eines Prädiktors ist in **Fig. 4** angegeben. Die Wirkungsweise der Prädiktoren wird mit Hilfe des Diagramms gemäß **Fig. 2** erläutert. Beide Filter werten Bildelemente in der Nähe der Grenze 12 (**Fig. 1**) aus, wobei der Prädiktor 21 die (zeitlich) letzten Bildelemente des ersten Segments 2 und der Prädiktor 22 die ersten Bildelemente des zweiten Segments 3 auswertet. Um einen Rückschluss auf das letzte Bildelement des ersten Segments mit Hilfe des Prädiktors 22 zu ermöglichen, ist dem Prädiktor 22 ein Zwischenspeicher 23 (**Fig. 3**) vorgeschaltet, der eine zeitliche Vertauschung der Bildelemente 1 bis  $n$  vornimmt.

[0025] Es sei angenommen, dass vor der Grenze 12 aus dem Segment 2 (**Fig. 1**) fünf Pixel mit den Werten  $v_1$ ,  $v_2$ ,  $v_3$ ,  $v_4$  und  $v_5$  ausgelesen werden. Aus dem Verlauf dieser Werte wird auf den Wert des ersten nach der Grenze 12 liegenden Pixels  $v_6'$  geschlossen. Da dieser Wert nur geschätzt ist, ist er in **Fig. 3** als Kreis im Gegensatz zu den übrigen Werten dargestellt, die durch Kreisscheiben wiedergegeben werden.

[0026] Von den aus dem Segment 3 ausgelesenen Signalen sind ebenfalls fünf dargestellt, nämlich die Bildelemente mit der Nummerierung  $n$  bis  $n - 4$ , allerdings in zeitlich vertauschter Reihenfolge. Die Werte dieser Bildelemente sind mit  $v_6$  bis  $v_{10}$  angegeben. Da bei den dargestellten Verläufen der Videosignale kein Sprung an der Grenze 12 anzunehmen ist, kann die Differenz  $v_6' - v_6$  als Fehler angesehen werden.

[0027] Durch fortlaufende Anwendung der Schätzungen sowie der Berechnungen der Differenz  $v_6' - v_6$  und Mittelungen dieser Differenz werden durch den Bildinhalt bedingte Einflüsse minimiert. Hinzu kommt noch, dass Differenzen  $v_6' - v_6$  nicht zur Bildung des Korrektursignals herangezogen werden, wenn diese Differenzen oder eine der Differenzen zwischen den vorangegangenen Pixeln größer als ein vorgegebener Wert ist. Dieser vorgegebene Wert ist etwas größer als der maximal zu erwartende Feh-

ler. Somit können grobe Fehlschätzungen an Sprüngen des Videosignals verhindert werden.

[0028] Eine Verbesserung der Genauigkeit kann dadurch erzielt werden, dass mit Hilfe des Prädiktors 22 (Fig. 3) die Werte  $v_6$  bis  $v_{10}$  zu einer Schätzung des Wertes  $v_5'$  des letzten vor der Grenze 12 liegenden Bildelements herangezogen werden. Zwischen diesem  $v_5'$  und dem tatsächlichen Wert  $v_5$  wird ebenfalls die Differenz gebildet. Eine Mittelung der beiden Differenzen ergibt ein genaueres Maß für die Abweichung.

[0029] Die bei jedem Durchgang durch die Grenze 12 ermittelten Abweichungen werden getrennt nach Amplitudenstufen laufend gemittelt, so dass nach einiger Zeit ein Histogramm entsteht, das weitgehend von zeitlichen und örtlichen Gegebenheiten des Bildinhalts die Unterschiede der Übertragungskennlinien beider Segmente repräsentiert.

[0030] Zur Erzeugung des Histogramms wird gemäß Fig. 3 wie folgt vorgegangen. Wie bereits erwähnt, erzeugen die Prädiktoren 21, 22 einen geschätzten Wert  $p$  für das jeweils auf der anderen Seite der Grenze liegende Pixel, einen laufzeitangepassten Wert  $v$  des Videosignals und Differenzwerte  $d$  zwischen den einzelnen Pixeln. Die Differenzwerte  $d$  werden Komparatoren 26, 27 zugeführt, die jeweils ein Freigabesignal  $Q_1$ ,  $Q_2$  für die weitere Bearbeitung nur dann erzeugen, wenn der größte Differenzwert  $d$  kleiner als der vorgegebene Wert  $K_1$  ist.

[0031] Die geschätzten Werte  $p$  und die Werte  $v$  werden über Kreuz jeweils einem Subtrahierer 28, 29 zugeleitet, an dessen Ausgang die Differenzwerte  $a_1$  und  $a_2$  anstehen. Diese werden einem Mittelwertbildner 30 zugeführt, dessen Ausgang den Mittelwert  $a$  aus den Differenzwerten  $a_1$  und  $a_2$  führt. Außerdem gelangen die Differenzwerte  $a_1$  und  $a_2$  zu einem weiteren Subtrahierer 31, dem ein Komparator 32 folgt. Dieser leitet ein Freigabesignal  $Q_3$  nur dann weiter, wenn die Differenz zwischen beiden Differenzwerten  $a_1$  und  $a_2$  kleiner als ein vorgegebener Wert ist. Hiermit wird ebenfalls verhindert, dass Signalverläufe, die sich nicht zu einer Schätzung im Sinne der Erfindung eignen, nicht zur Bildung der Korrektursignale verwendet werden.

[0032] Der Wert  $v$ , das Mittel  $a$  der Differenzwerte sowie die Freigabesignale  $Q_1$  bis  $Q_3$  werden einem Akkumulator 33 zugeleitet, der für jeden Wertebereich von  $v$  getrennt die Mittelwerte  $a$  akkumuliert, wenn die Freigabesignale  $Q_1$  bis  $Q_3$  anliegen. Dabei wird ferner je Wertebereich von  $v$  die Häufigkeit des Auftretens gezählt.

[0033] In einem anschließenden Akkumulator 34 werden getrennt nach Werten  $v$  alle  $a$  akkumuliert. Außerdem wird für jeden Wert  $v$  die Anzahl  $c$  der akkumulierten  $a$  gezählt. Daran nehmen nur diejenigen  $a$  teil, für welche die Freigabesignale  $Q_1$  bis  $Q_3$  vorliegen.

[0034] Die akkumulierten Werte  $ac(v)$  sowie die dazugehörigen Zählwerte  $c(v)$  werden an einen Interpolator 34 übertragen, in dem die jeweils durch  $c(v)$  ge-

teilten Werte  $ac(v)$  interpoliert werden, so dass sich eine von zufälligen Unstetigkeiten befreite Korrekturkurve ergibt. Dabei werden Werte  $ac(v)$  nicht berücksichtigt, für die  $c(v)$  kleiner als ein vorgegebener Grenzwert ist. Die interpolierten Werte werden in einer Tabelle 35 unter Adressen abgelegt, welche den Werten  $v$  entsprechen.

[0035] Zur Korrektur der aus den Segmenten 2, 3 (Fig. 1) ausgelesenen Werte werden diese dann als Adressen der Tabelle 35 zugeführt, wodurch dann die unter der jeweiligen Adresse abgelegten Korrekturwerte über je einen Multiplizierer 36, 37 und einen Addierer 38, 39 den Signalen vorzeichenrichtig hinzugefügt werden. An den Ausgängen 40, 41 stehen dann korrigierte Videosignale zur Verfügung.

[0036] Fig. 4 zeigt einen Prädiktor, bei dem die an einem Eingang 51 eintreffenden, digitalen Videosignale mit den Werten  $v(0)$  bis  $v(n)$  mit Hilfe von Registern 52 bis 55, die mit dem Pixeltakt getaktet werden, jeweils um eine Pixelperiode verzögert werden. Zwischen zwei aufeinander folgenden Werten wird mit Hilfe von Subtrahierern 56 bis 59 jeweils die Differenz gebildet. Weitere Subtrahierer 60, 61, 62 bilden aus den Differenzen wiederum Differenzen. Dieser Vorgang wird mit den Subtrahierern 63, 64 und einem letzten Subtrahierer 65 fortgesetzt. In einer Summierschaltung 66 werden die Ausgangssignale der Subtrahierer 56, 60, 63, 65 summiert und die Summe einem Ausgang 67 als Schätzwert  $p(n+1)$  zugeführt. Außerdem wird das Videosignal unverändert einem Ausgang 68 zugeleitet. Zu dem betrachteten Zeitpunkt steht der Wert  $v(n)$  zur Verfügung.

[0037] Der Schätzwert  $p(n+1)$  wird bei 69 um eine Pixelperiode verzögert einem Subtrahierer 70 zugeleitet und dort von  $v(n)$  abgezogen. Damit entsteht ein Differenzwert  $d(n)$ , der dem Ausgang 75 entnommen werden kann. Durch Verzögerungen 71 bis 74 werden die vorangegangenen Differenzen an den Ausgängen 76 bis 79 verfügbar gemacht.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Korrektur von Videosignalen, deren Verarbeitung auf mehrere Segmente verteilt ist, die unterschiedliche Übertragungskennlinien aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus Werten jeweils einer vorgegebenen Anzahl von Bildelementen vor der Grenze zweier Segmente jeweils der Wert mindestens eines nach der Grenze liegenden Bildelements geschätzt wird und dass aus Differenzen zwischen dem mindestens einen geschätzten Wert und dem tatsächlichen Wert des mindestens einen nach der Grenze liegenden Bildelements des folgenden Segments Korrekturwerte abgeleitet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nur Differenzen, die einen vorgegebenen Wert nicht überschreiten, zur Bildung der Korrekturwerte benutzt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ferner die Differenzen nur zur Bildung der Korrekturwerte benutzt werden, wenn Unterschiede der Werte der vorgegebenen Anzahl von Bildelementen vor der Grenze kleiner als ein vorgegebener Wert sind.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Differenzen zur Bildung der Korrekturwerte getrennt nach den jeweiligen Werten der Videosignale gemittelt werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils die zeitliche Reihenfolge der vorgegebenen Anzahl von Bildelementen nach der Grenze zweier Segmente vertauscht wird, dass aus den vertauschten Werten der Wert des mindestens einen letzten Bildelements vor der Grenze geschätzt wird, dass aus dem für das mindestens eine vor der Grenze liegende letzte Bildelement geschätzten Wert und dem tatsächlichen Wert des mindestens einen vor der Grenze liegenden letzten Bildelements weitere Differenzen gebildet werden, dass aus den Differenzen und den weiteren Differenzen jeweils ein Mittelwert gebildet wird und dass aus den Mittelwerten der Korrekturwert abgeleitet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Differenzen und die weiteren Differenzen jeweils voneinander subtrahiert werden und dass der jeweilige Mittelwert der Differenzen nur zur Korrektur benutzt wird, wenn der durch Subtraktion der Differenz und der weiteren Differenz entstandene Wert kleiner als ein weiterer vorgegebener Wert ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittelwerte der Differenzen zur Bildung der Korrekturwerte getrennt nach den jeweiligen Werten der Videosignale gemittelt werden.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrekturwerte in einen Speicher eingeschrieben werden und dass die Korrekturwerte in Abhängigkeit von den jeweiligen Werten der Videosignale mindestens eines zu korrigierenden Segments aus dem Speicher ausgelesen und auf die Videosignale des mindestens einen zu korrigierenden Segments angewendet werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrekturwerte in einen Speicher eingeschrieben werden und dass die Korrekturwerte in Abhängigkeit von den jeweiligen Werten der Videosignale aus dem Speicher ausgelesen und mit entgegengesetztem Vorzeichen jeweils zur Hälfte den Werten der Videosignale der angrenzenden Segmente hinzugefügt werden.

10. Verfahren zur Schätzung des Wertes eines Bildelements in einem Videosignal, dadurch gekennzeichnet, dass durch Differenzbildung zwischen Werten jeweils zweier benachbarter Bildelemente von  $n$  Bildelementen eine erste Ableitung des Videosignals gebildet wird, dass durch Differenzbildung der Werte der ersten Ableitung eine zweite Ableitung gebildet wird bis zu einer  $(n - 1)$ ten Ableitung und dass die Werte aller Ableitungen addiert werden und den geschätzten Wert für ein folgendes Bildelement bilden.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

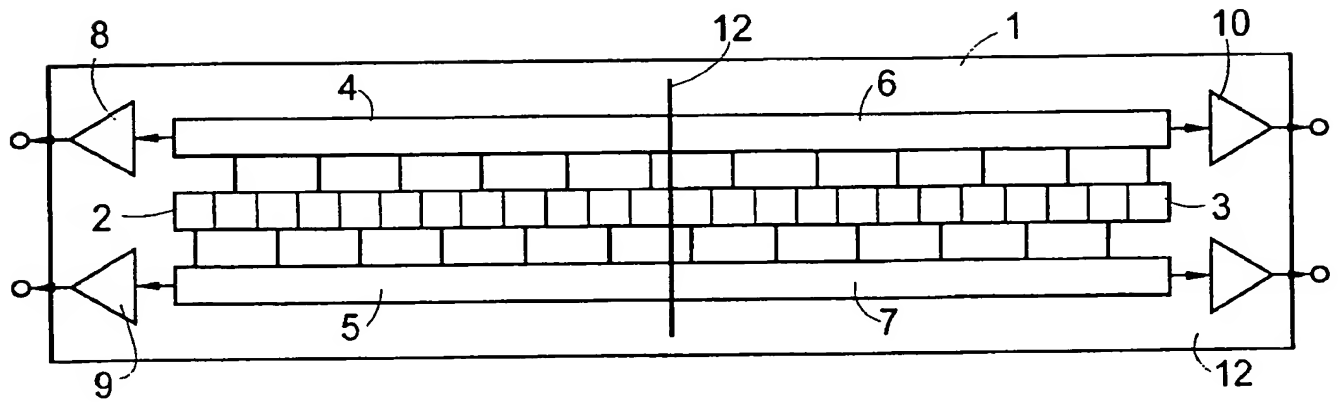


Fig.1

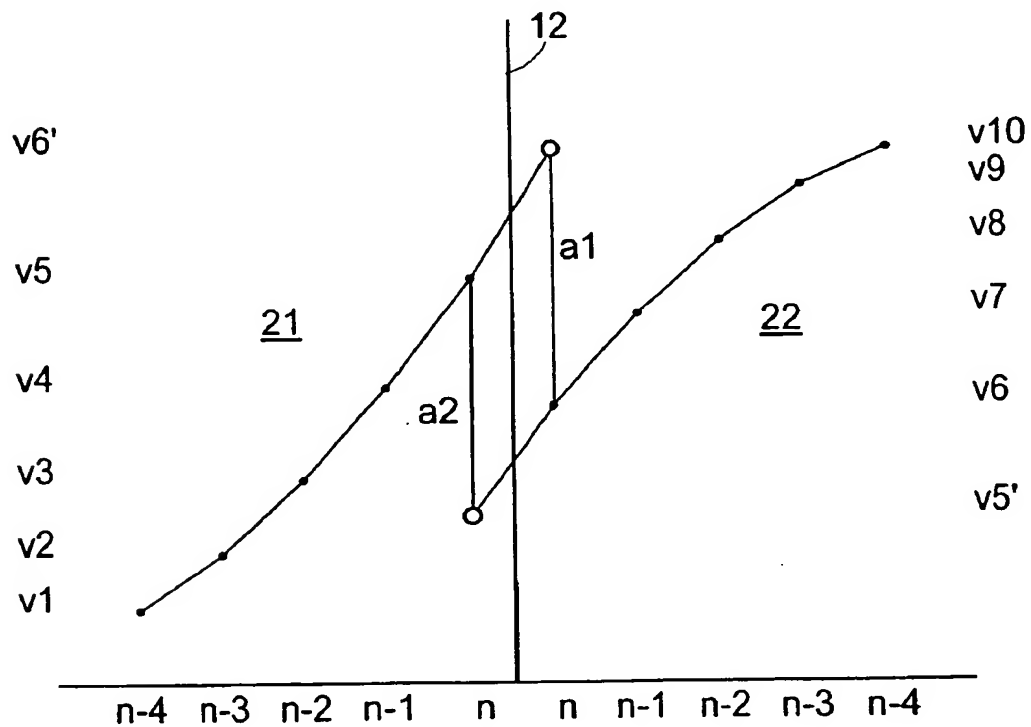


Fig.2

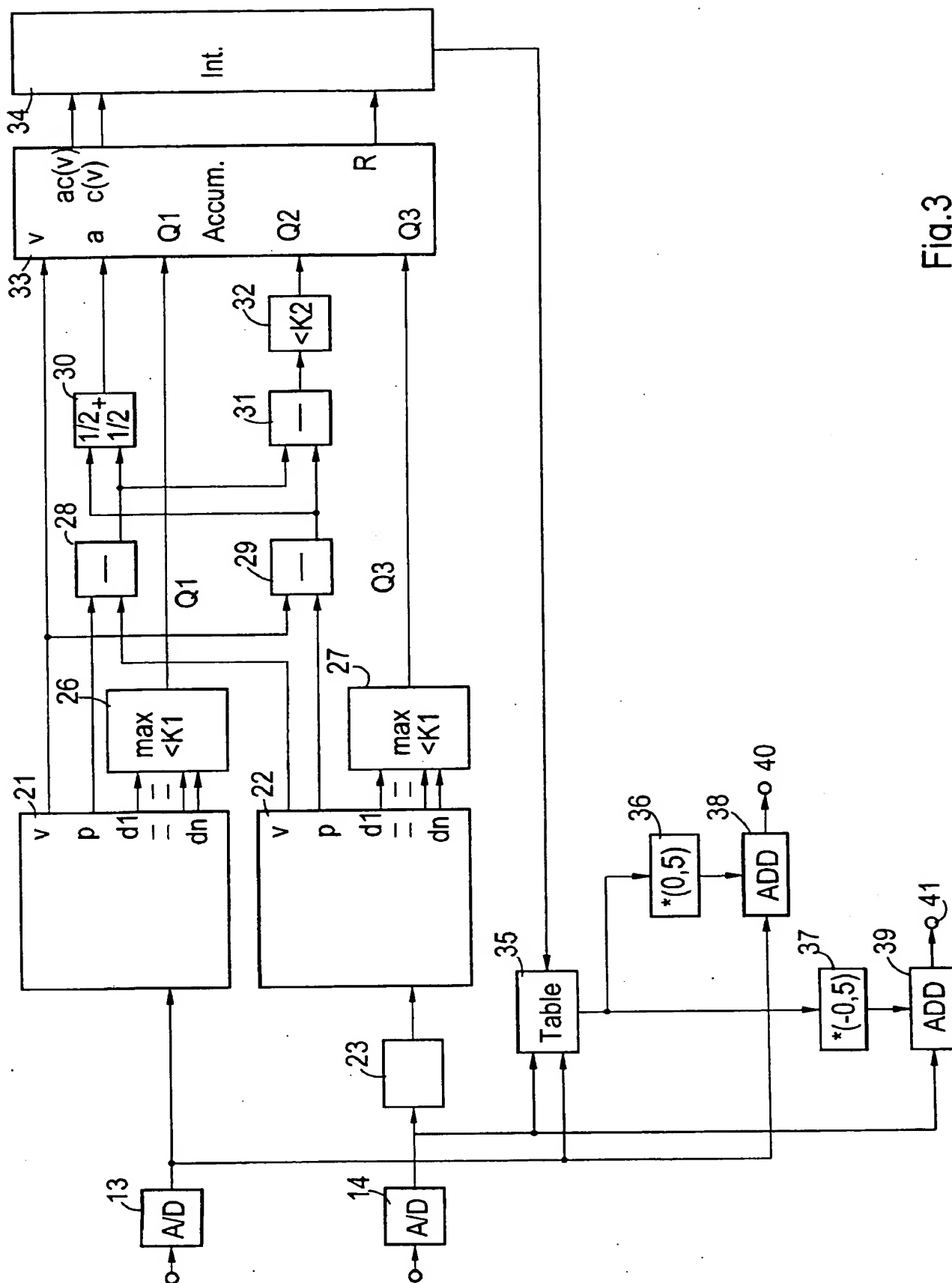


Fig.3

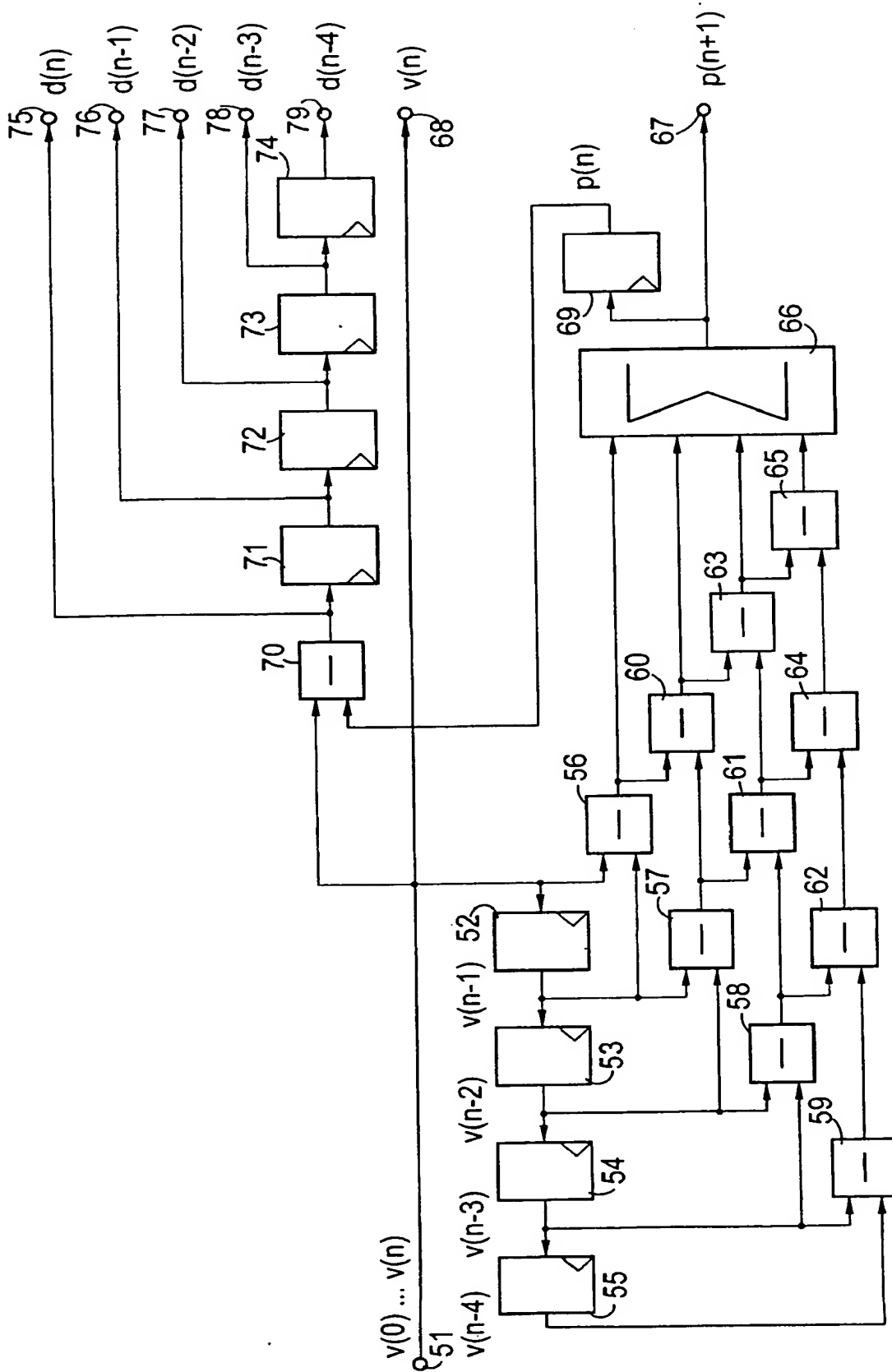


Fig.4